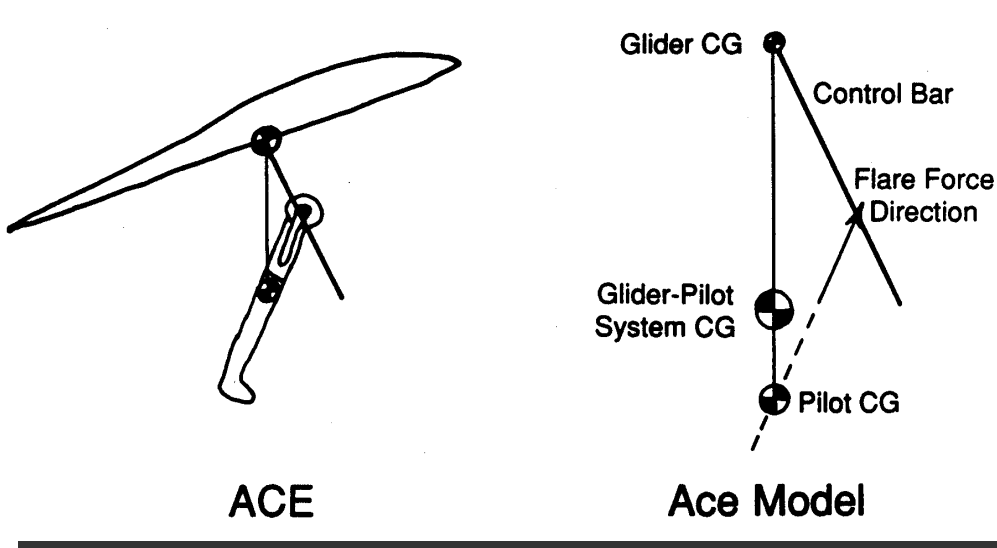


zu bringen.

Schauen wir uns noch ein paar andere Merkmale von Tubes Landung an, die unerwünscht sind. Die Wirklinie der Kraft beim Ausstoßen ist näher beim Drachenschwerpunkt als beim Schwerpunkt von Tubes. Nach einigen überschlägigen Berechnungen schätzte ich, dass die Massenträgheiten von Drachen und Pilot um ihren jeweiligen Schwerpunkt nicht zu sehr voneinander abweichen; also nehmen wir für diese Veranschaulichung an, dass sie gleich sind. Winkelbeschleunigung wird durch ein Drehmoment erzeugt, wobei die Stärke des Drehmoments die Stärke der Kraft multipliziert mit dem Länge des Hebelarms zum Schwerpunkt ist. Das bedeutet, dass auf Tubes ein höheres Drehmoment wirkt als auf den Drachen, und deshalb *wird sich Tubes schneller drehen als der Drachen*. Das führt uns zu einem weiteren Punkt: weil sich Tubes nach hinten lehnt, hat er seine Arme bereits teilweise gestreckt. Seine Reichweite zum Anwenden einer Kraft beim Ausstoßen ist schon begrenzt. Ihm verbleibt nur noch ein Teil zum Strecken und noch dazu dreht es ihn, wenn er seine Kraft anwendet. Wenn man an einem System Arbeit leistet, erhöht man seine Energie – Tubes bringt aber kein 'energetisches' Ausstoßen zustande. Wir könnten auch noch auf den Punkt hinweisen, dass seine Arme und Beine vor ihm sind und deshalb sein Schwerpunkt nicht genau bei den Hüften liegt (wie es in der obigen Zeichnung zu sehen ist), sondern ein wenig davor. Das bedeutet, dass er an den Seitenrohren *ziehen* muss, um aufrecht zu bleiben. Das trägt auch nicht dazu bei, richtig auszustößen. Armer Tubes. Wir haben lange genug auf ihm herumgehackt. Schauen wir uns jetzt Aces' Ausstoßen an.

ACEPHYSIK

Wir sehen am Modell, dass die Wirklinie von Aces' Ausstoßkraft *durch* seinen Schwerpunkt geht und deshalb keine Drehung um seinen Schwerpunkt erzeugt. Er kann seine gesamte Masse dazu nutzen, Kraft zu erzeugen. Daher wird Ace bei gegebener Armreichweite viel mehr Kraft ausüben, als es Tubes möglich ist (Beachte, dass er statt einer Vorwärtsbewegung wie bei Tubes eine „nach oben über den Kopf“-Bewegung ausführt). Weil er mit den Händen neben den Schultern die Bewegung beginnt statt teilweise ausgestreckt hat Ace viel mehr Reichweite, in der er seine ganze Kraft einsetzen kann. Ace kann leicht viel mehr Arbeit (Energie) in sein Ausstoßen legen, ohne sich auch nur annähernd so sehr zu anstrengen wie Tubes. Ein gutes Beispiel für ein Ace-Ausstoßen ist auf der Titelseite der Zeitschrift vom Dezember '89 (Hang Gliding Magazine) zu sehen. Beachte, dass die Beine des Piloten in einer Linie mit dem Körper sind und die Arme noch nicht ganz gestreckt, obwohl der Kiel schon senkrecht ist.



Dadurch, dass bei Ace die Wirklinie der Kraft durch seinen Schwerpunkt geht, verursacht Ace eine Drehung seines Körpers im Uhrzeigersinn um den Aufhängepunkt. Obwohl das Trägheitsmoment des Piloten um seinen Schwerpunkt etwa gleich groß ist wie das seines Drachens um seinen Schwerpunkt, ist sein Trägheitsmoment um irgendeinen anderen Punkt größer. Wenn wir Ace und sein Gurtzeug als einen Festkörper betrachten

würden, der um den Aufhängepunkt schwingt, (was sie genau genommen nicht sind, aber wir belassen es dabei), würde sich ein Trägheitsmoment ergeben, das zehnfach höher ist als das seines Drachens. Das bedeutet, dass der Drachen den weitaus größeren Teil der Drehung erledigt, was sehr wünschenswert ist.

Schauen wir uns die Winkelimpulserhaltung an. Der Drachen hat einen Winkelimpuls gegen den Uhrzeigersinn. Wir können sehen, dass der Winkelimpuls des Piloten in diesem Fall im Uhrzeigersinn ist und deshalb gegen den Impuls des Drachen wirkt statt ihn zu verstärken wie in Tubes' Fall. Die dritte Größe wird

nach wie vor der Drehimpuls im Uhrzeigersinn des Gesamtsystems um seinen Schwerpunkt sein, aber mit geringer Stärke. Zusätzlich wird der große Anstellwinkel der Nase in der Atmosphäre den Effekt schnell zunichte machen.

WIE FUNKTIONIERT ES

Ob du das alles weiter oben verstanden hast oder nicht, solltest du jetzt in der Lage sein, einige Schlüsse zu ziehen, die du bei deinem Ausstoßen anwenden kannst:

- Direkt vor dem Ausstoßen sollte den Körper leicht nach vorne geneigt sein, die Beine leicht hinter dir.
- Die Hände sollten bei den Schultern oder etwas höher sein.
- Das Ausstoßen sollte über den Kopf erfolgen, nicht nach vorne. Wenn du beginnst, auszustoßen, sollte dein Rücken durchgedrückt sein. Stell dir eine Linie vor, die durch deine Beine und deinen Körper geht. Deine Hände sollten sich parallel zu dieser Linie bewegen. (Du kannst dir auch vorstellen, eine Hantel zu stemmen, statt Bankdrücken zu machen).

Ich halte es immer noch für das Beste, sich an all das zu erinnern, indem ich mir einfach im Sinn vorstelle, „mit den Fersen den Kiel zu kicken“. Wenn wir versuchen, mit den Füßen das Kielende zu berühren, sind wir bereits in leichter Vorlage mit den Händen weit oben an den Seitenrohren. Dann werden wir automatisch nach oben ausstoßen und unser Körper wird um den Aufhängepunkt nach hinten schwingen.

NOTFALLPROZEDUREN

Zweit Situationen können trotzdem noch auftreten: du stößt zu früh oder zu spät aus (oder du hast alles vergessen und kehrst zum Tubes-Verfahren zurück).

Zu früh ausstoßen: Du hast energisch ausgestoßen, es war nur zu früh. Die Drachennase zeigt zum Himmel und deine Füße sind ziemlich weit vom Boden weg. Wie ich weiter oben erwähnte, stell dir dich an den Kiel gefesselt und noch im Gurtzeug vor, und die Drachennase zeigt gerade nach oben. Dein Schwerpunkt wird nahe der Flügelhinterkante sein. Solange er dort bleibt, wird es für den Drachen sehr schwer sein, nach vorne zu kippen. Wenn du merkst, dass du gerade ein startendes Space Shuttle nachmachst, ist es dein Ziel, den Körper so nah wie möglich ans Kielrohr zu drücken und dort zu halten. DAS BEDEUTET, DIE BEINE SOWEIT WIE MÖGLICH NACH HINTEN ZU BRINGEN! Vorausgesetzt, du lässt nicht nach, wirst du gerade auf deinen Füßen landen. Aber wenn du auch nur daran denkst, die Füße nach vorne kommen zu lassen, wird

Alcoas Aktie [ein Aluminium-Hersteller] ein paar Punkte nach oben springen.

Zu spät oder zu nachlässig ausstoßen: OK, du hast also alles vergessen, was wir gerade gelernt haben. Du hattest *beinahe* ein gutes Ausstoßen, aber deine Arme sind bereits voll gestreckt und es gibt nichts, was du tun kannst, wenn die Nase nach vorne abkippt. Oder doch? Wenn deine Beine nicht so weit wie möglich hinten sind, hast du noch eine Chance. Wir werfen unser Modell vom Piloten als Festkörper und schaffen ein neues Modell, das den Piloten in zwei Teile



zerlegt, die an der Hüfte drehbar verbunden sind. Jetzt wirf deine Beine schnell nach hinten, so dass sie um die Hüfte schwingen. Du hast damit ein größeres Winkelmoment im Uhrzeigersinn durch deine Beine erzeugt. Die Reaktion ist eine Verstärkung des Winkelmoments des Drachens gegen den Uhrzeigersinn. Wenn du nicht fürchterlich spät oder schwach warst, könnte das gerade reichen.

Abschließend möchte ich sagen, dass das weit entfernt von einer „gründlichen“ Analyse ist. Manche von euch mit ingenieurtechnischem oder ähnlichem Hintergrund mögen bei einigen Aussagen, die ich gemacht habe, die Stirn runzeln. Ich gebe zu, dass ich bei einem oder zwei Punkten zu sehr vereinfacht habe und hier und da eine Vorbedingung ausgelassen habe. Aber ich denke, dass die Intention der 'Analyse' keine grundsätzlichen Prinzipien verletzt und im Umfang ausreichend ist, um Piloten zu helfen, ihr Ausstoßen zu verbessern.

ÜBER DEN AUTOR: *Richard Cobb begann mit dem Drachenfliegen 1981 und ist gegenwärtig ein Advanced Rated Pilot [zweithöchste Stufe in USA] und Beobachter/Unterweiser. Er vervollständigte seinen Doktor der Physik in Maschinenbau an der Virginia Tech und führt gegenwärtig die Wind Drifter Hang Gliding School in State College, Pennsylvania. Zusätzlich zu seiner Schule arbeitet er noch als Teilzeit-Ingenieur und Berater.*

POSTSCRIPT: In den Jahren, seit ich dies geschrieben habe, habe ich mit einigen Piloten gesprochen, die dachten, der Ansatz, zu versuchen, „den Kiel zu kicken“ wäre unsicher, weil man in einem kritischen Moment die Füße nicht unter dem Körper hat. Ich merke, dass ich mich in dem Originalartikel klarer hätte ausdrücken müssen. „Den Kiel kicken“ ist nur eine mentale Vorstellung, um eine korrekte Position und Bewegung zu erzielen. Das Trägheitsmoment des Drachens ist sehr klein verglichen mit der Bewegung der Gesamtmasse des Piloten in einem Bogen um den Aufhängepunkt – der Drache wird den größten Teil der Bewegung machen, nicht der Pilot.

Bevor ich diesen Artikel geschrieben habe, hatte ich einige Zeit am Übungshang verbracht, um diese Technik zu verbessern. Der erste Drache, den ich probierte, war der alte Nasensporndrache Mosquito, ein notorisch kopflastiger Drache, mit dem ich viele Schwierigkeiten hatte, eine gute Landung hinzubekommen. Ich hatte aus Sicherheitsgründen Räder montiert und entschied, einfach die Beine nach hinten zu werfen wie oben beschrieben. Das Ausstoßen war so kräftig, dass ich eine Zweipunktlandung machte - der Kiel und mein Hintern. Meine Beine wurden von der unerwarteten (und unvertrauten) Bremskraft nach vorne geschleudert, die ich mit diesem Ausstoßen erzeugt hatte.

Der einzige Weg, wie du deine Beine nach hinten werfen kannst, um „den Kiel zu kicken“, ist, indem du dich an etwas mit den Händen abstützt – dieses Etwas sind die Seitenrohre. Aber die Seitenrohre können dieser Kraft nicht widerstehen, die nötig ist, um deine Beine nach hinten zu werfen – und es endet damit, dass die Nase scharf nach oben steigt, genau wie du es die ganze Zeit schon haben wolltest. Du musst nur *glauben ...*